

D9326-177

INFORM IN REPORT INFORMATION REPORT

CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY

This material contains information affecting the National Defense of the United States within the meaning of the Espionage Laws, Title 18, U.S.C. Secs. 793 and 794, the transmission or revelation of which in any manner to an unauthorized person is prohibited by law.

C-O-N-F-I-D-E-N-T-I-A-L
NOFORN

50X1-HUM

COUNTRY USSR

REPORT

SUBJECT Soviet Publications on the Use of
Radioisotopes in Agriculture

DATE DISTR. 13 February 1961

NO. PAGES 1

REFERENCES RD

DATE OF
INFO.PLACE &
DATE ACQ.

50X1-HUM

THIS IS UNEVALUATED INFORMATION. SOURCE GRADINGS ARE DEFINITIVE. APPRAISAL OF CONTENT IS TENTATIVE.

Soviet publication entitled Praktikum po primeneniym izotopov i izlucheniya v sel'skom khozyaystve (Practical Work in the Use of Isotopes and Radiation in Agriculture), published by the Moscow Order of Lenin Agricultural Academy i/n K.A. Timiryazev. 50X1-HUM

- a. Issue 3, Tekhnika zashchity pri rabote s radioaktivnymi veshchestvami (Techniques of Protection during Work with Radioactive Substances), V.V. Rachinskiy, A.G. Treshchov, I.V. Kolosov, and T.P. Shinn, Moscow, 1959.
- b. Issue 2, Radiometriya (Radiometry), A.O. Furman, Moscow, 1960.
- c. Issue 5, Radiokhimiya (Radiochemistry), V.V. Rachinskiy, A.G. Treshchov, and I.V. Kolosov, Moscow, 1960.

2. The books are the first of a series of ten books commissioned by the agricultural academy for the instruction of students in the handling and use of radioisotopes and their application to agricultural purposes. The remaining books had not been published by May 1960.

50X1-HUM

C-O-N-F-I-D-E-N-T-I-A-L
NOFORN

STATE	X	ARMY	X	NAVY	X	AIR	X	NSA	X	OCR	X	NIC	X		
Sanitized Copy Approved for Release 2011/02/15 : CIA-RDP80T00246A057700270001-2															

МОСКОВСКАЯ ОРДЕНА ЛЕНИНА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ имени К. А. ТИМИРЯЗЕВА

Радиоизотопная лаборатория

*В. В. Рачинский, А. Г. Трещов,
И. В. Колосов, Т. П. Шитт*

**Практикум по применению
изотопов и излучений
в сельском хозяйстве**

Выпуск IV

**ТЕХНИКА ЗАЩИТЫ ПРИ РАБОТЕ
С РАДИОАКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ**

МОСКВА—1959

МОСКОВСКАЯ ОРДЕНА ЛЕНИНА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ имени К. А. ТИМИРЯЗЕВА

Радиоизотопная лаборатория

В. В. РАЧИНСКИЙ, А. Г. ТРЕЩОВ,
И. В. КОЛОСОВ и Т. П. ШИТТ

Практикум по применению изотопов и излучений в сельском хозяйстве

Выпуск IV

ТЕХНИКА ЗАЩИТЫ ПРИ РАБОТЕ
С РАДИОАКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

*Под общей редакцией
доктора химических наук
В. В. РАЧИНСКОГО*

МОСКВА — 1959

ПРЕДИСЛОВИЕ

Прежде чем приступить непосредственно к препаративной и аналитической работе с радиоактивными веществами в открытом виде, необходимо получить некоторые предварительные навыки в обращении со средствами индивидуальной защиты, с защитным оборудованием и приспособлениями, с методами дезактивации материалов, загрязненных радиоактивными веществами. Этой цели и служит та часть практикума, которая может быть несколько условно названа «Техника защиты при работе с радиоактивными веществами».

После окончания этой части практикума учащиеся переходят к выполнению лабораторных работ по радиохимии, описание которых будет дано в следующем пятом выпуске.

РАБОТА 1

Практическое ознакомление со средствами индивидуальной защиты, защитным оборудованием и приспособлениями, применяющимися при работе с радиоактивными веществами

При работе с радиоактивными веществами создаются две опасности для здоровья человека—опасность от внешнего облучения и опасность от внутреннего облучения при попадании радиоактивных веществ в организм через дыхательные и пищеварительные органы, кожу.

Для того чтобы работа с радиоактивными веществами была максимально безопасной, необходимо применять средства индивидуальной защиты, различное защитное оборудование и приспособления.

Применение тех или иных средств защиты зависит от характера работы, свойств радиоактивных веществ и свойств ядерных излучений. Так, например, при работе с радиоактивными веществами в закрытом виде (применение радиоактивных изотопов в качестве источников излучений) необходимо обеспечивать защиту человека только от внешнего излучения. При работе с радиоактивными веществами в открытом виде (препаративная, аналитическая работа), кроме защиты от внешнего облучения, необходимо обеспечивать полную защиту человека от попадания радиоактивных веществ внутрь организма.

Данная работа имеет цель ознакомить обучающихся с основными средствами индивидуальной защиты и особенностями их использования, с различным защитным оборудованием и приспособлениями, их назначением, ознакомиться с оборудованием радиохимической лаборатории и хранилища изотопов и, наконец, завершить работу подготовкой своего рабочего места в радиохимической комнате.

I. Ознакомление со средствами индивидуальной защиты.

Основное назначение средств индивидуальной защиты — защитить работающего от попадания радиоактивных веществ



Рис. 1. Образцы халата, шапочки и нарукавников.

внутри организма. Кроме того, средства индивидуальной защиты обеспечивают иногда полную, а чаще всего частичную защиту от внешнего облучения. При работе с изотопами, излучающими мягкие бета-лучи (углерод-14, сера-35 и др.), или изотопами, излучающими альфа-лучи, можно не применять каких-либо защитных экранов, так как уже посуда, одежда и перчатки полностью поглощают такие излучения. В других

же случаях, кроме средств индивидуальной защиты, необходимо применять дополнительные средства защиты от внешнего облучения (экраны, дистанционный инструмент и т. д.).

Приводим краткую характеристику основных средств индивидуальной защиты.

Халаты. Все работы с радиоактивными веществами

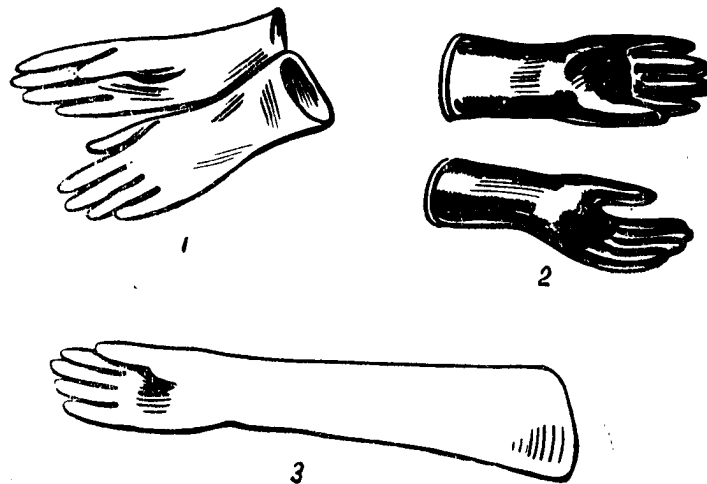


Рис. 2. Различные типы резиновых перчаток: 1—хирургические, 2—анатомические (из толстой резины), 3—перчатки с длинными рукавами для защитных камер.

проводятся только в халатах. Халаты изготавливаются из гладкой белой и прочной ткани (сатин, моескин). Ворот у халата закрытый, завязки — на спине.

Шапочка. Применяется для защиты головы и волос от радиоактивной пыли и закрепляет волосы на голове. Она изготавливается из той же ткани, что и халаты.

Нарукавники. Применяются для предохранения рукавов халата от загрязнения радиоактивными веществами. Наручники делают из хлопчатобумажной ткани (сатин, моескин), из прорезиненных тканей и различных пластикатов.

Халат, шапочка и нарукавники изображены на рис. 1.

Фартук. Применяется при работе, во время которой возможно разбрызгивание радиоактивных веществ (мытьё посуды, переливание больших количеств радиоактивных жидко-

стей и т. п.). Фартуки следует делать из клеенчатой ткани или пластиков.

Резиновые перчатки. Все работы с радиоактивны-



Рис. 3. Образцы обуви, применяющейся при работе в радиоизотопных лабораториях: 1—резиновые галоши, 2—резиновые чуны, 3—бахилы из специальной резины, 4—ботинки, 5—сапоги из специальной резины, 6—бахилы из пластика.

ми веществами нужно обязательно проводить в резиновых перчатках. Применяются обычно хирургические перчатки. В тех случаях, когда проводятся работы, при которых можно легко порвать хирургические перчатки (переноска оборудования, сборка оборудования и т. д.), лучше применять анатоми-

ческие или даже толстослойные резиновые перчатки (типа электромонтерских). При работе в защитных шкафах и боксах применяются перчатки с длинными рукавами. Различные типы резиновых перчаток показаны на рис. 2.



Рис. 4. Халат из пластика. Рис. 5. Комбинезон из пластика.

Очки. Применяются для защиты глаз как от прямого попадания брызг радиоактивных жидкостей или радиоактивной пыли, а также для защиты глаз от облучения.

При работе с материалами, содержащими бета-активные изотопы, применяют очки из обычного стекла или из плексигласа. Защита глаз от гамма-излучения производится с помощью очков из свинцовых стекол или стекол с фосфатом вольфрама. Для защиты от нейтронов применяют стекла, со-

держат боросиликат кадмия или фтористые соединения.

Респираторы. Применяются для защиты дыхательных путей от попадания радиоактивной пыли и паров, например, при растирании твердых материалов, при работе с почвой, содержащей радиоактивные вещества и т. д. Для защиты от радиоактивной пыли можно пользоваться марлевой повязкой, закрывающей рот и нос.



Рис. 6. Работа в пневмокостюме со скафандром.

Обувь. При работе в радиоизотопных лабораториях рекомендуется надевать отдельную обувь, например тапочки на резиновой подошве. В отдельных случаях при работах, связанных с возможностью загрязнения радиоактивностью ног, применяется специальная обувь (рис. 3).

Халаты из пластика и комбинезоны. Применяются обычно при работе с большими активностями, при

монтажных работах, при ремонте канализации в радиоизотопной лаборатории и т. п. Образец халата из пластика показан на рис. 4, комбинезона—на рис. 5.

Пневмокостюмы. Применяются при заходе в шкафы, боксы, камеры, помещения, загрязненные радиоактивной пылью или парами, при авариях, ремонте оборудования и т. д. Защита работающего обеспечивается нагнетанием в пневмокостюм со скафандром воздуха (рис. 6).

УКАЗАНИЕ

Прежде чем приступить к выполнению упражнений практикума по технике защиты, необходимо обязательно изучить официальные, действующие в СССР, а также местные лабораторные инструкции по технике безопасности работы с радиоактивными веществами.

Упражнение 1

1. Детально осмотреть различные средства индивидуальной защиты.

2. Получить комплект средств индивидуальной защиты: халат, шапочку, нарукавники, фартук, тапочки, резиновые перчатки, очки, респиратор. Осмотреть их исправность и в случае обнаружения неисправности поправить или заменить их. Особое внимание обратить на целостность хирургических перчаток. Перчатки не должны иметь проколов или разрывов. Проверка перчаток проводится путем вдувания в них воздуха. Если перчатки надуваются и воздух не проходит через них, то они исправны.

3. Потренироваться в надевании и снятии различных средств индивидуальной защиты. Надевание провести в следующем порядке: надеть халат, тапочки, перчатки, нарукавники, фартук, респиратор. Халат и тапочки надеть в раздевалке. Перчатки, нарукавники, фартук и респиратор надеваются в радиохимической комнате. Перчатки надо подобрать строго по руке (запомнить размер). Перед их одеванием посыпать руки тальком, а затем несколько раз надеть и снять их, причем строго следить за тем, чтобы не прикасаться пальцами к наружной стороне перчаток и не допускать соприкосновения их внутренней и внешней стороны.

При одевании перчаток следует пальцами голых рук брать за внутреннюю сторону манжеты, а пальцами рук,

одетой в перчатку братья за внешнюю сторону манжеты второй перчатки. Манжеты должны находить на рукава халата.

Так как руки иногда потеют в резиновых перчатках, то рекомендуется просушивать перчатки с внутренней стороны, а затем, вывернув их на лицевую сторону и пересыпав тальком, уложить в стол.

Средства индивидуальной защиты—перчатки, фартук, респиратор и др.—следует надевать, снимать и хранить так, чтобы их наружная и внутренняя стороны не соприкасались во избежание загрязнения внутренней поверхности этих предметов.

Халат, шапочка и фартук после работы помещаются в индивидуальном шкафчике для хранения спецодежды, а нарукавники, перчатки, респиратор и очки—в ящиках рабочего стола.

Каждый, работающий в радиоизотопной лаборатории, должен систематически следить за исправностью средств индивидуальной защиты и проверять их чистоту с помощью дозиметров.

4. Получить индивидуальный дозиметр, записать его номер и зарядить его (см. практикум по дозиметрии). В дальнейшем систематически вести контроль показаний индивидуального дозиметра.

II. Ознакомление с защитным оборудованием и приспособлениями

Одних средств индивидуальной защиты недостаточно для того, чтобы сделать безопасной работу с радиоактивными веществами. Дальнейшая защита обеспечивается с помощью специального защитного оборудования и приспособлений. Часть такого оборудования предохраняет работающего только от внешнего облучения, другая часть применяется для предотвращения попадания радиоактивных веществ в организм человека. Наконец, применяется различной сложности комбинированное оборудование, обеспечивающее защиту от внешнего облучения и от попадания радиоактивных веществ внутрь.

Приводим краткую характеристику отдельных видов защитного оборудования и приспособлений для работы с радиоактивными веществами.

1) Оборудование для защиты от внешнего облучения.

Контейнеры для транспортировки и хранения радиоактивных веществ. Радиоактивные препараты помещаются в хорошо герметизированную стеклянную, а реже металлическую упаковку: в запаянные ампулы, в пробирки, баночки и склянки с притертыми пробками. Все это укладывается в специальные контейнеры, в которых радиоактивные препараты транспортируются и времен-

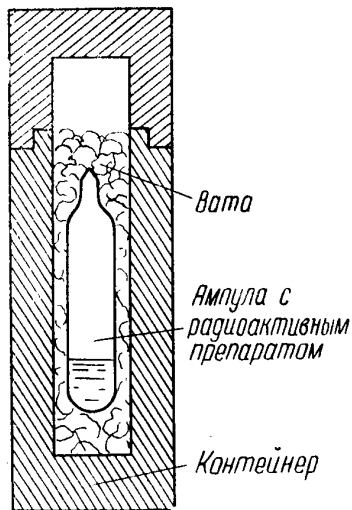


Рис. 7. Упаковка ампулы с радиоактивным препаратом в контейнере.

но хранятся. При этом тару с радиоактивным препаратом всегда перекладывают ватой, предохраняющей тару от сотрясений и поломки (рис. 7). Для транспортировки и хранения гамма-активных препаратов применяются свинцовые или железные контейнеры. Их устройство, толщина стенок зависят от активности радиоизотопов и энергии их излучений. Различные образцы контейнеров показаны на рис. 8. Для перевозки и хранения радиоактивных веществ нужно применять такие контейнеры, толщина стенок которых обеспечивает снижение уровня радиации до допустимой дозы (см. инструкцию по технике безопасности и приложения к ней).

Для бета-активных веществ применяются легкие контейнеры из пластмассы. Толщина стенок таких контейнеров рассчитана на поглощение жестких бета-лучей.

Для перевозки и хранения нейтронных источников применяются специальные контейнеры, обеспечивающие защиту от нейтронов и гамма-излучений.

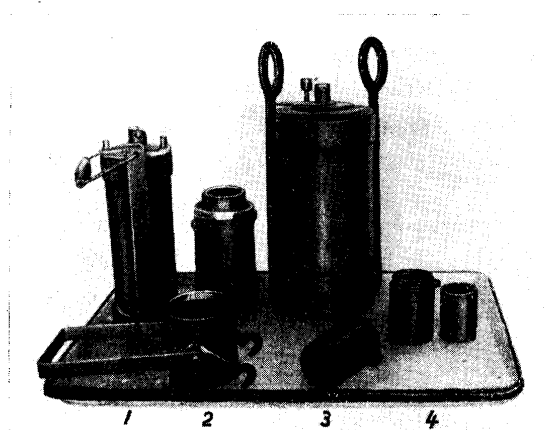


Рис. 8. Контейнеры для транспортировки и хранения радиоактивных препаратов: 1—тип КС-20, 2—тип МТ, 3—тип КВ-36-45, 4—тип АК(В) с вкладышем

Экраны. При работе с радиоактивными веществами в целях максимальной защиты от внешнего облучения следует применять специальные экраны.

Целесообразность применения тех или иных защитных экранов определяется типом излучения и активностью источника излучения.

Так, при работе с мягкими бета-излучателями, как уже отмечалось, нецелесообразно применять защитные экраны.

Для радиоактивных веществ, испускающих жесткое бета-излучение, необходимо применять защитные экраны из стекла или плексигласа. Толщина экрана, обеспечивающая полное

поглощение бета-лучей, определяется по таблицам в справочной литературе или в приложении к инструкции по технике безопасности. Расчет производят на поглощение наиболее жесткой компоненты спектра бета-лучей (обычно 2 мэв).

Для работы с гамма-активными веществами применяют экраны из толстослойного свинцового стекла, а если такие экраны не обеспечивают безопасности работы, то выкладывают стенку из свинцовых, чугунных кирпичей или бетонных

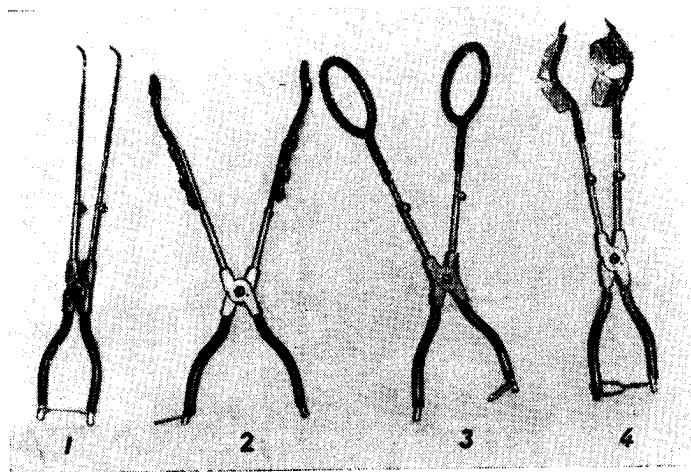


Рис. 9. Набор щипцов для дистанционной работы с радиоактивными веществами: 1—для чашек, 2—для стаканов и других широких сосудов, 3—для круглых колб, 4—для стаканов.

блоков. Наблюдение за работой иногда приходится вести, пользуясь зеркалом или специальным перископом.

Дистанционный инструмент (щипцы и манипуляторы). При работе с гамма-активными и бета-активными изотопами больших энергий, кроме экранирования рабочего места, сокращения времени пребывания возле радиоактивного вещества, применяют всевозможные дистанционные инструменты (щипцы и манипуляторы), позволяющие увеличить расстояние между источником излучения и работником. Конструкция и форма инструмента зависят от его назначения. Так, форма зажимных губок ручных щипцовых захватов соответствует форме и размерам лабораторной посуды. В отличие

от щипцов манипуляторы имеют запирающее устройство для удерживания посуды. Кроме того, у них можно регулировать величину захвата губок. Набор дистанционного инструмента (щипцов и манипуляторов) показан на рис. 9 и 10.

2) Различные защитные приспособления. Автоматические пипетки. Так как не разре-

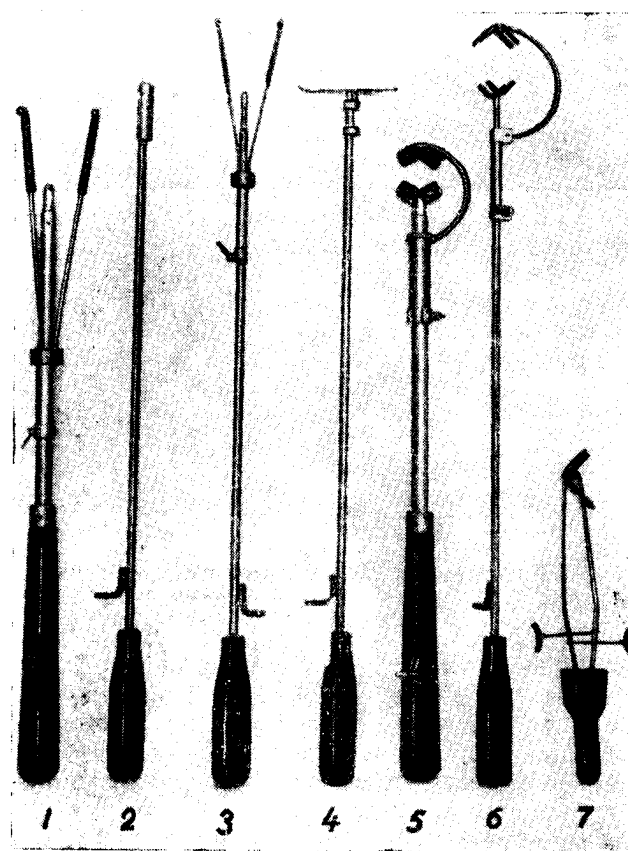


Рис. 10. Набор манипуляторов для дистанционной работы с радиоактивными веществами: 1—малый захват для чашек, 2—для стеклянных палочек, 3—длинный захват для чашек, 4—щипец, 5—короткий захват для колб, 6—длинный захват для колб, 7—захват для пробирок, ампул.

шается засасывание радиоактивных жидкостей в пипетки ртом, то для этого применяют различные механические поршневые приспособления. Наилучшим образом этой цели служат автоматические пипетки, позволяющие брать и переносить нужные объемы радиоактивных жидкостей.

Шп р и ц ы. В качестве поршневых приспособлений для засасывания в пипетки радиоактивных жидкостей часто применяют медицинские шприцы.

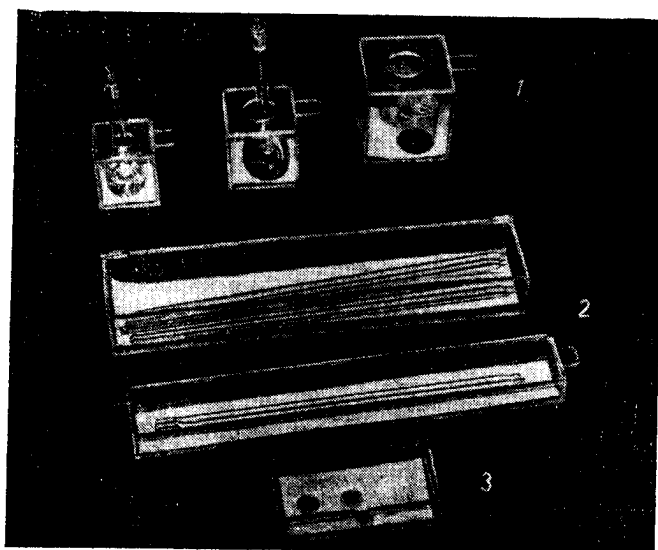


Рис. 11. Предохранительные коробки из плексигласа: 1 — для колб, стаканов и бюксов, 2—для пипеток, 3—для радиоактивных препаратов.

Для засасывания радиоактивных жидкостей в пипетки применяют также резиновые груши.

Предохранительные коробки для химической посуды. Такие коробки очень удобны в работе с радиоактивными веществами, так как они предохраняют химическую посуду от опрокидывания и разбивания. Даже в случае разбивания посуды радиоактивное вещество останется в такой коробке.

Кроме этого, в стенках предохранительной коробки происходит частичное или полное поглощение бета-излучения радиоактивных веществ.

Коробки могут быть одно- или многогнездные; сделаны они обычно из плексигласа или пластмасс (см. рис. 11). Для тех же целей можно использовать фарфоровые стаканы.

Коробки для переноса радиоактивных препаратов. Для обеспечения безопасного переноса и сохранности радиоактивных препаратов, проб и эталонов применяют плоские предохранительные коробки (рис. 11). Кроме этого, в стенках коробки полностью или частично поглощается бета-излучение препаратов.

Противни. Для предотвращения загрязнений лабораторного стола радиоактивностью применяются противни, на которые устанавливается все необходимое для работы оборудование. Противни обязательно покрывают фильтровальной бумагой, которую после окончания работы или в случае загрязнения удаляют в отбросы*. Противни изготовляют из нержавеющей стали, пластмассы или из эмалированного металла.

Контейнеры для радиоактивных отбросов. Важным элементом работы с радиоактивными веществами является правильный сбор и транспортировка радиоактивных отбросов. Для этой цели применяют специальные контейнеры. Контейнеры для радиоактивных отбросов классифицируют по типу излучения, по уровню активности, количеству и агрегатному состоянию радиоактивных отбросов. Они должны обеспечивать полную безопасность персонала, работающего в лаборатории, быть удобны для загрузки, транспортировки и разгрузки.

Защитные экраны на раковинах. При мытье рук и посуды в раковине могут возникать брызги воды, загрязненной радиоактивностью. Чтобы предотвратить попадание брызг на халат, раковины снабжаются специальными плексигласовыми защитными экранами (козырьками). В таких экранах делают удобные выемки для рук.

Педальные краны. Раковины в радиоизотопных лабораториях имеют педальное или локтевое управление для пуска горячей и холодной воды.

3) Комбинированное защитное оборудование.

Защитные камеры с манипуляторами при-

* Правила удаления отбросов см. в инструкциях по технике безопасности.

меняются для работы с большими активностями рис. 12. Обычно такие камеры устанавливают в комнатах, где производится дальнейшая расфасовка больших количеств радиоактивных веществ порядка 10—100 милликюри и выше. Такие защитные камеры устроены довольно сложно. Они имеют специальные дистанционные манипуляторы для проведения всех необходимых операций по разгрузке и загрузке контейнеров, по вскрытию ампул, проведению разбавлений и т. д. В камерах создается разрежение воздуха (вакуум около 20 мм вод. ст.). Имеются специальные сливы и сборники для радиоактивных отходов, подведены горячая и холодная вода, электроток, сжатый воздух, вакуум. В лабораториях, применяющих изотопы в агробиологических исследованиях, такие камеры следует устанавливать в хранилище изотопов или в смежной комнате, в которой производят операции по разведению и разбавлению больших активностей.

Радио химические вытяжные шкафы. В радио-химических лабораториях производится аналитическая и препаративная работа с радиоактивными веществами. В таких лабораториях необходимо устанавливать специальные вытяжные шкафы, и все работы, связанные с образованием радиоактивной пыли, паров и газов следует проводить только в этих шкафах. К шкафам подведены необходимые коммуникации: горячая и холодная вода, газ, вакуум, сжатый воздух и электрический ток. Шкафы могут быть снабжены резиновыми перчатками с длинными рукавами. Скорость потока воздуха в открытом проеме шкафа должна быть не менее 0,7 м/сек. Устройство одного из образцов вытяжного шкафа показано на рис. 13.

Боксы. Для проведения различных операций с радиоактивными материалами в радиоизотопных лабораториях применяют специальные защитные боксы. Конструкция боксов может быть весьма разнообразной и определяется конкретными требованиями работы. Так, например, на рис. 14 показан образец плексигласового бокса с длинными перчатками, предназначенного для растирания растительных материалов. В боксе создается небольшой вакуум в целях предотвращения вылетания из бокса радиоактивной пыли.

Необходимо отметить, что по мере развития работ с применением радиоактивных изотопов, техника защиты непрерывно совершенствуется. Появляются все новые и новые образцы различного защитного оборудования.

20

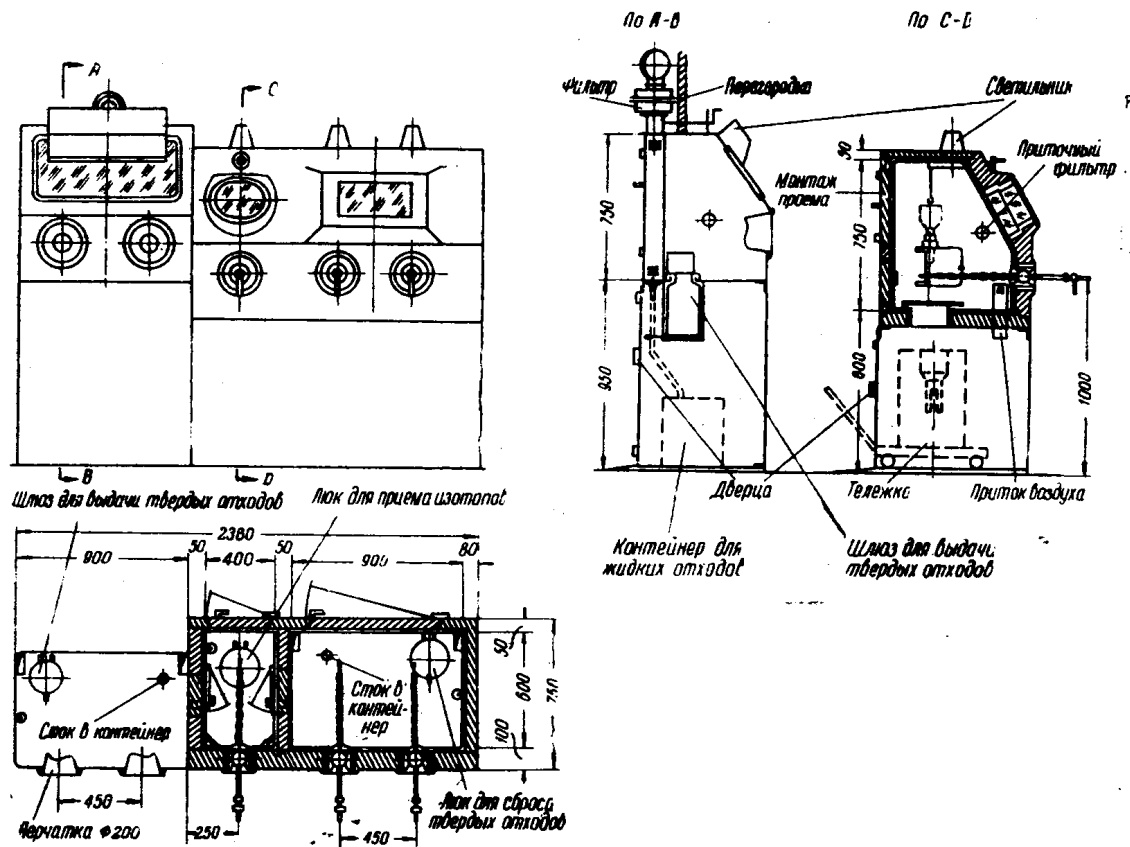


Рис. 12. Универсальная двухсекционная защитная камера, предназначенная для работы с альфа-, бета- и гамма-активными веществами.

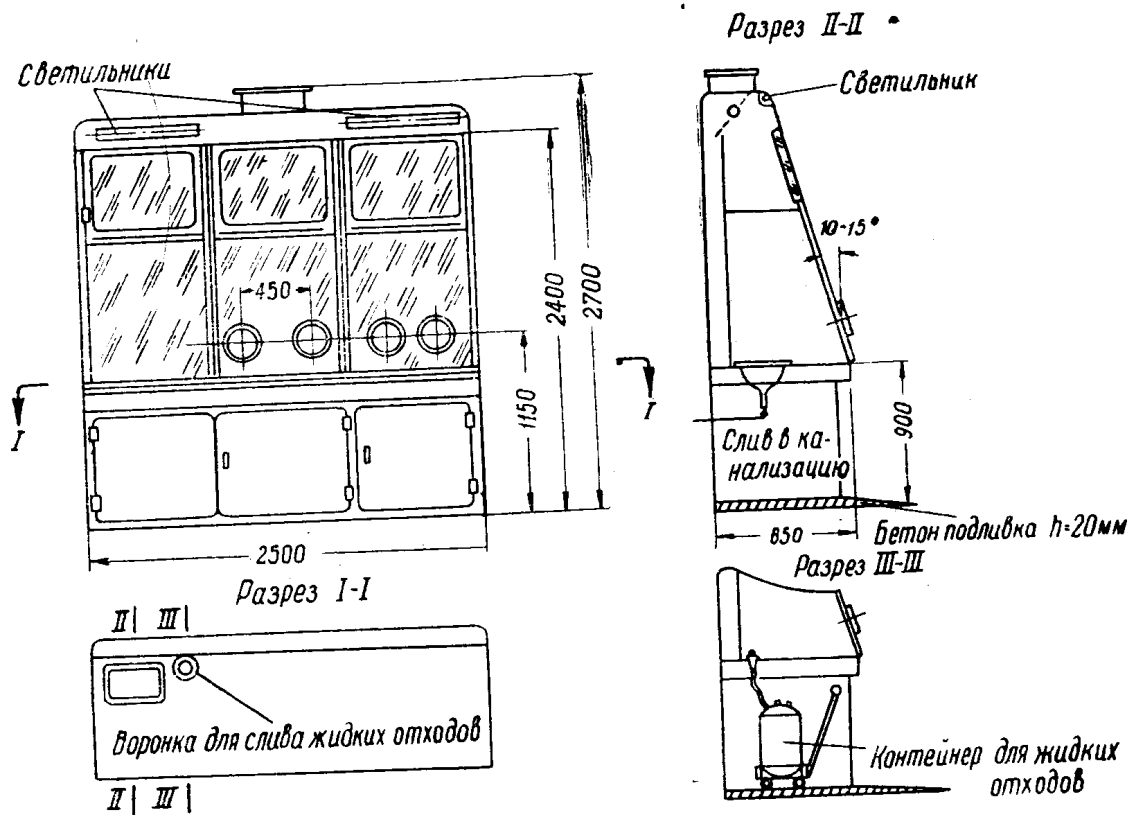


Рис. 13. Раднохимический вытяжной шкаф.

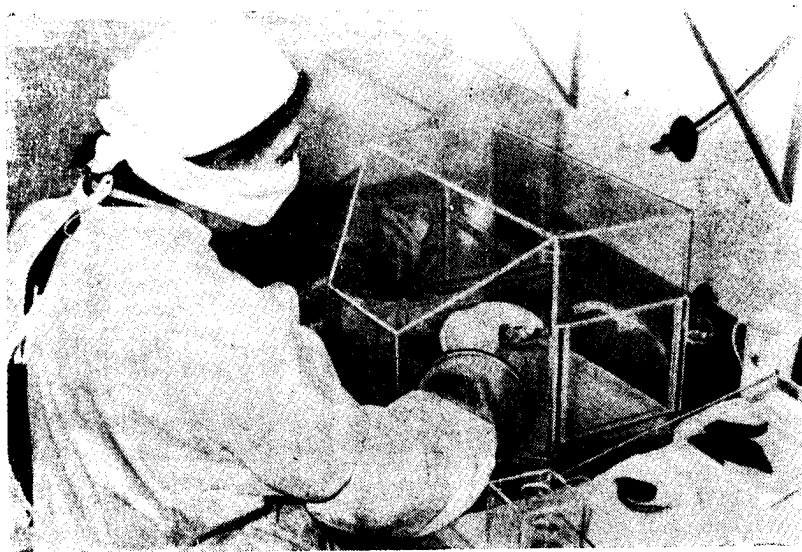


Рис. 14 Растирание радиоактивного препарата в защитной камере.

Упражнение 2

1. Детально осмотреть все имеющееся в лаборатории защитное оборудование и приспособления для работы с радиоактивными веществами. Записать назначение и приемы их использования.

2. Познакомиться со стационарным оборудованием рабочего места и проверить его исправность, в частности, узнать расположение, проверить исправность кранов для включения горячей и холодной воды, газа, вакуума и сжатого воздуха.

3. Получить комплект оборудования и приспособлений, необходимых для работы в радиохимической комнате. Проверить исправность полученного оборудования. Каждый получает следующий комплект оборудования:

- 1) Защитный экран.
- 2) Противень из нержавеющей стали или металлический эмалированный.
- 3) Штатив химический с лапками.
- 4) Коробка большая плексигласовая для растительных материалов и препаратов.

- 5) Коробка из плексигласа для пипеток.
- 6) Штатив из плексигласа для фильтрации.
- 7) Прибор для приготовления стандартных осадков.
- 8) Коробка из плексигласа для эталонов.
- 9) Коробки из плексигласа разных размеров для колб-
чек.

- 10) Штатив для пипеток (один на два рабочих места).
- 11) Фарфоровые кружки.
- 12) Промывалка с грушей.
- 13) Чашки Петри.
- 14) Пипетки, колбочки, стаканчики, воронки.
- 15) Шприцы для работы с радиоактивными растворами.
- 16) Пинцет, ножницы, скальпель.
- 17) Набор дистанционных инструментов.

На радиохимическом столе оставить: противень, устланный фильтровальной бумагой, защитный экран и штатив, с закрепленным в нем шприцем. Остальное оборудование и посуду следует убрать в шкаф радиохимического стола. Более подробные указания об оборудовании рабочего места даются преподавателем.

РАБОТА 2

Тренировка в использовании защитного оборудования и приспособлений для работы с радиоактивными веществами

Прежде чем приступить к работе непосредственно с радиоактивными веществами, необходимо приобрести определенные навыки в технике работы с защитным оборудованием и приспособлениями.

Данная работа посвящена тренировке в использовании защитного оборудования и приспособлений при проведении некоторых основных операций в радиохимических лабораториях. Особенно большое значение приобретает такая тренировка при работе с радиоактивными веществами с высокой активностью, а также при работе с гамма-активными веществами. Для обеспечения максимальной безопасности и предотвращения случайных промахов, аварий и ошибок при работе с радиоактивными веществами рекомендуется провести сначала так называемый «холостой» опыт (имитация) без радиоактивного изотопа, на котором можно отработать все детали предстоящих операций с радиоактивными веществами. В данной работе все операции с радиоактивными веществами имитируются.

Необходимо так строить препаративную работу с радиоактивными веществами, чтобы по возможности меньше загрязнять ими оборудование и посуду. Нужно обходиться минимумом оборудования и посуды, по возможности пользоваться оборудованием и посудой малых габаритов. Все это обеспечивает наименьшее рассеивание радиоактивных веществ в окружающей среде, устранит необходимость проведения дезактивации большого количества оборудования и посуды, и тем самым будут созданы наименее опасные условия для работы.

Упражнение 1

Вскрытие и разгрузка контейнера, вскрытие ампулы с гамма-активным препаратом

Работа с доставленным в лабораторию радиоактивным препаратом начинается со вскрытия и разгрузки контейнера, а затем вскрытия и разгрузки ампулы с радиоактивным веществом. Эти операции производят в специальном радиохимическом шкафу, имеющем отверстия для крепления перчаток с длинными рукавами. В данном упражнении поставлена следующая задача: получен препарат йода—131 в контейнере типа С-30 общей активностью 5 милликюри в виде раствора NaI объемом в 2 мл. Нужно вскрыть контейнер, извлечь ампулу, вскрыть ее и перенести ее содержимое в мерную колбочку на 25 мл.

Необходимое оборудование и посуда

- 1) Кусачки, напильник, пинцеты с резиновыми наконечниками из набора дистанционных инструментов.
- 2) Электроприбор для вскрытия ампул*.
- 3) Пипетка и шприц, закрепленные в штатив; мерная колбочка с притертой пробкой на 25 мм в защитной коробке из плексигласа;
- 4) Фарфоровая кружка для радиоактивных отходов, фильтровальная бумага.
- 5) Противень и защитный экран (из плексигласа для бета-активных и из свинцового стекла для гамма-активных веществ).
- 6) Свинцовая подставка для ампулы.

Ход работы

1. Подготовить рабочее место в радиохимическом шкафу: установить эмалированный противень, положить на его дно лист фильтровальной бумаги, поставить на нее штатив со шприцем и пипеткой, мерную колбочку на 25 мл в плексигласовой коробке, промывалку, фарфоровую кружку, свинцовую подставку, защитный экран. На плексигласовой коробке сделать надпись: дата приготовления раствора радиоактивного изотопа, наименование изотопа, общая и удельная активность «радиоактивного раствора».

* Устройство прибора см. в приложении к данной работе.

Проверить исправность электроприбора для вскрытия ампул. Более подробные указания по подготовке рабочего места дает преподаватель.

2. Получить опломбированный контейнер с «радиоактивным препаратом» йода-131 в соединении NaJ. Контейнер поставить на противень в шкафу в удобном для дальнейшей работы месте. Закрыть окно шкафа и вложить руки в длинные перчатки.

3. Кусачками перекусить проволоку у пломбы и открыть крышку контейнера. Дистанционным пинцетом вынуть из контейнера вату и положить ее в фарфоровую кружку для отбросов.

4. Осторожно вынуть из контейнера ампулу и по возможности без задержки перенести ее в свинцовую подставку. Рекомендуется эту операцию проделать несколько раз, чтобы добиться быстрого и четкого выполнения этой операции. Из контейнера вынуть пинцетом и перенести в фарфоровую кружку остатки ваты.

5. Сделать напильником насечку на верхнем конце ампулы. Включить электроприбор для вскрытия ампул и раскаленным кольцом «обжечь» верхнюю часть ампулы на уровне насечки. Нежелательно, чтобы кончик сразу отделился и упал. Следует, чтобы появилась трещина, охватывающая почти всю ампулу кругом, а затем осторожно пинцетом отламывают верхушку, придерживая другим пинцетом основание ампулы.

6. Содержимое ампулы перенести с помощью пипетки в мерную колбочку на 25 мл, наполненную до половины водой.

Ампулу несколько раз промыть водой из промывалки. Каждую порцию промывной воды перенести пипеткой в ту же мерную колбочку. Промытую ампулу пинцетом перенести в фарфоровую кружку для отбросов. Раствор в мерной колбочке довести до метки водой. Перемешать раствор в колбочке путем многократного засасывания раствора в пипетку и обратного выталкивания его в колбочку шприцом. Закрыть колбочку притертой пробкой.

7. Убрать в кружку для отбросов все осколки стекла и кусочки ваты, если они оказались в процессе работы на противне. Отсоединить загрязненную пипетку от шприца. Пипетку следует брать только за верхний чистый конец. Сделать на фарфоровой кружке надпись «грязно» Йод-131 и указать ориентировочную активность отбросов.

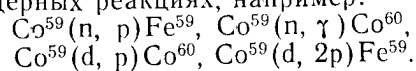
8. Приготовленный «радиоактивный» раствор сдать преподавателю (использовать для переноса дистанционный

захват). Кружку с отбросами сдать лаборанту*. Проверить чистоту рабочего места и контейнера дозиметром.

Упражнение 2

Тренировка в использовании дистанционного инструмента

Цель данного упражнения—приобрести навыки в использовании дистанционного инструмента. Для придания упражнению более конкретного характера в нем имитируется радиохимическая задача, часто встречающаяся в практике работы с радиоизотопами: очистка радиоактивного железа-59 от содержащейся в нем примеси радиоактивного кобальта-60, получающихся при ядерных реакциях, например:



Очистка может производиться многократным пересаживанием железа аммиаком в виде гидроокиси в присутствии хлорида аммония**. Механизм разделения основан на разных pH осаждения гидроокисей трехвалентного железа и кобальта. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ осаждается при pH 3—5, $\text{Co}(\text{OH})_2$ —при pH 8—9. Несмотря на то, что в процессе нейтрализации кислых растворов аммиаком происходит образование аммонийных солей, образующих буферные растворы с более высоким pH (7,3 в смеси 0,1н NH_4OH и 4н NH_4Cl), все же при этих значениях происходит выпадение в осадок только $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Кроме этого, кобальт образует растворимые комплексные аммиакаты с аммиаком в среде аммонийных солей состава $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4]\text{X}_2$ и $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{X}$, где X—одноосновный анион.

Это упражнение выполняется с применением дистанционного инструмента, так как железо-59 и кобальт-60 обладают гамма-излучением большой энергии и предполагается, что используется большая активность порядка 5 милликюри***.

Оборудование и реактивы

1 Противень, покрытый фильтровальной бумагой; защитный экран; предохранительные коробки для колбочек, фарфоровая кружка для отбросов; штатив; шприц.

*Правила удаления отбросов и дезактивация оборудования см. в инструкциях по технике безопасности. В данной работе эти операции не выполняются.

**Существуют и другие методы очистки железа от примеси кобальта.

***В действительности работа будет иметь характер «холостого» опыта без радиоактивности.

2. Водяная баня и электроплитка.
3. Дистанционный инструмент—набор.
4. Химические стаканы на 150 мл, стеклянные палочки, воронка для фильтрования, мерная колбочка на 50 мл, пипетка на 10 мл, бюретка на 20 мл.
- 5) Растворы NH_4OH (10% и 0,1 н); HCl (1 н), NH_4Cl (насыщенный раствор), FeCl_3 (1%).

Ход работы

Предварительные указания. Вся работа проводится с применением дистанционного инструмента (щипцов и манипуляторов). Работу следует распланировать так, чтобы все побочные операции без радиоактивности, как-то нагревание растворов и другие, проводить до начала работы с «радиоактивными» материалами. Чтобы рабочее место за защитным экраном не загружалось лишним оборудованием, операции без радиоактивности следует проводить в другом месте. Необходимо быть очень внимательным при работе с радиоактивными материалами, так как употребление дистанционных инструментов создает много трудностей, в результате чего увеличивается опасность таких аварий, как опрокидывание или битье посуды. Поэтому все колбочки и стаканчики следует поместить в предохранительные коробки из плексигласа.

1. Подготовить рабочее место за радиохимическим столом. Расставить оборудование в удобном для работы порядке, помещая за защитный экран на противень только то оборудование и посуду, в которых будут проводиться операции с радиоактивным изотопом. Укрепить пипетку в лапке штатива и подсоединить ее длинным каучуком к шприцу, закрепленному в отдельном штативе в отдалении от «активной» зоны.

2. Получить от лаборанта раствор «радиоактивного» железа в виде соединения FeCl_3 в колбочке на 25 мл и перенести его за экран.

3. В стаканчик на 150 мл налить предварительно 25 мл воды, внести в него пипеткой 10 мл «радиоактивного» раствора и нагреть на водяной бане в течение 2—3 минут. Пипетку убрать в фарфоровую кружку для отбросов.

4. В стакан с «радиоактивным» раствором добавить 20 мл горячего (80—90°) насыщенного раствора NH_4Cl , и далее добавлять по каплям из бюретки 10% раствор аммиака до появления первых хлопьев гидроокиси, растворяющихся при помешивании раствора длинной стеклянной палочкой. Само

осаждение провести 0,1 н раствором аммиака, добавляя известный избыток его из отдельного стакана (примерно 10 мл).

5. Горячий раствор с осажденной гидроокисью железа после энергичного перемешивания палочкой оставить стоять в течение примерно 10 мин., после чего осторожно отделить маточник от осадка, сливая его в другой стаканчик. К осадку прибавить примерно 10—20 мл горячего насыщенного раствора NH_4Cl и, перемешивая, отфильтровать на бумажном фильтре (белая лента). Осадок промыть горячим (80—90°) насыщенным раствором NH_4Cl . Все фильтраты собирать в отдельный стаканчик с маточником (отделенным после декантации осадка).

6. Подставить под воронку мерную колбочку на 50 мл и растворить промытую гидроокись железа на фильтре теплым (50—60°) 1 н раствором HCl . Фильтр промывать этим же раствором кислоты до тех пор, пока объем раствора в мерной колбочке не будет доведен до метки.

7. Загрязненную «активностью» стеклянную палочку поместить в кружку для отбросов. Туда же поместить воронку с фильтром и другую грязную посуду. Приготовленный раствор очищенного «радиоактивного» железа, фарфоровую кружку с отбросами и стаканчик с «радиоактивным» фильтратом сдать лаборанту.

РАБОТА 3

**Дезактивация материалов,
загрязненных радиоактивными веществами**

Очистка помещений, оборудования и материалов от радиоактивных загрязнений — дезактивация — это одна из важнейших операций в технике работы с радиоактивными веществами. Важность этой операции определяется двумя причинами: 1) загрязненное помещение и оборудование является источником добавочного распространения радиоактивных загрязнений на чистое оборудование; 2) работа в загрязненном помещении и применение загрязненного оборудования могут привести к существенному искажению результатов радиометрических измерений, что недопустимо.

Радиоактивные загрязнения необходимо устранять в кратчайшие сроки.

Теоретической основой методов дезактивации материалов, загрязненных радиоактивными веществами, является физико-химия поверхностных явлений. Можно условно указать два типа радиоактивных загрязнений материалов: 1) остатки радиоактивных веществ в виде отдельных фаз — пыль, порошки, капли жидкости и остатки реактивов после испарения растворителей; 2) сорбционное загрязнение материалов — радиоактивный изотоп входит в состав твердой фазы очищаемого материала.

Необходимо всегда иметь в виду, что при соприкосновении двух фаз на границе их раздела происходит сорбционное взаимодействие. Поэтому даже после удаления с поверхности материала основной массы радиоактивного загрязнения в виде отдельной фазы, на поверхности всегда остаются некоторые количества радиоактивных загрязнений в виде сорбционно связанных веществ (молекул, атомов, ионов). В соответствии с этим дезактивацию материалов приходится часто про-

изводить в две стадии: сперва удаляется основная масса радиоактивного загрязнения в виде отдельной фазы, а затем производят десорбцию радиоактивного вещества, связанного с поверхностью материала по типу сорбционного взаимодействия.

Удаление с очищаемых материалов радиоактивных загрязнений в виде твердых и жидких фаз производят следующими способами:

- 1) Механическая обработка поверхности материала (промыывание, обтирание, обработка с помощью пылесоса, очистка щетками, скребками и т. д.).

- 2) Обработка поверхности материала поверхностно-активными моющими средствами ослабляющими адсорбционное взаимодействие (прилипание, смачивание) соприкасающихся фаз и этим самым облегчающими удаление радиоактивных загрязнений.

- 3) Промывание поверхности материала растворителями, хорошо растворяющими радиоактивные загрязнения.

Удаление радиоактивных загрязнений, находящихся в составе очищаемого материала в сорбированном состоянии, производят следующими способами:

- 1) Промывание поверхности десорбирующими растворителями и растворами молекулярных вытеснителей (при молекулярной адсорбции).

- 2) Промывание поверхности ионообменными вытеснителями (при ионообменной сорбции).

- 3) Обработка поверхности материала химическими реагентами, растворяющими поверхностный слой материала или образующими легко растворимые соединения с сорбированными радиоактивными изотопами.

- 4) Механическое удаление поверхностных слоев очищаемого материала (как крайняя мера).

При дезактивации материалов часто используют явление изотопного обмена. Десорбция радиоактивных изотопов происходит при этом благодаря изотопному вытеснению радиоактивного изотопа стабильным изотопом этого же химического элемента.

Основные методы дезактивации оборудования, материалов, средств индивидуальной защиты, а также правила мытья рук и тела человека в случае их радиоактивного загрязнения подробно рассмотрены в книге Б. М. Злобинского «Безопасность работ с радиоактивными веществами». М., 1958.

Данная работа состоит из нескольких частей. Сначала бу-

дет произведено изучение дезактивирующей способности различных моющих средств по отношению к различным материалам и различным радиоактивным изотопам (упражнения 1 и 2). Эта часть работы будет выполняться в радиохимической комнате. Работа завершается ознакомлением с работой в моечной комнате (упражнение 3).

Оборудование и реактивы

1. Противень, покрытый фильтровальной бумагой; защитный экран, фарфоровая кружка для отбросов, штатив, шприц, пинцет.
2. Стекланные, алюминиевые, плексигласовые пластинки размером $3,5 \times 2,5$ см².
3. Химические стаканы емкостью 100—150 мл, микропипетка, чашка Петри с крышкой.
4. Счетная установка Б-2 и дозиметр ТИСС.
5. Раствор $\text{Na}_2\text{HP}^*\text{O}_4$, меченного изотопом фосфора-32.
6. Раствор Fe^*Cl_3 , меченного изотопом железа-59.
7. Растворы Na_2HPO_4 (10%), лимонной кислоты (10%), азотной кислоты (10%), хлорного железа (10%).

Спецодежда. Упражнения 1 и 2 выполняются в халате, шапочке и хирургических перчатках; при выполнении упражнения 3 надевается дополнительная спецодежда — фартук и нарукавники.

Упражнение I

Определение качества дезактивации различных материалов, загрязненных фосфором-32

Ход работы:

1. Взять три пластинки из стекла, алюминия и плексигласа и нанести на каждую по 0,2 мл раствора меченого фосфата. Указание: подобрать такую удельную активность раствора, чтобы 0,2 мл раствора имела активность около 3000 имп/мин на самой нижней позиции под торцовым счетчиком. Если в процессе дезактивации активность пластинок сильно снизится, то следует производить дальнейшие измерения на позициях, более близких к окну счетчика. Каждое измерение на счетчике производить в течение 1 минуты.

2. Высушить нанесенные на пластинки растворы под

инфракрасной лампой и измерить активность остатков счетчиком.

3. Смыть радиоактивные остатки в токе горячей воды, высушить пластинки и вновь измерить их активность.

4. Опустить пластинки в стакан с раствором фосфата натрия и помешивая раствор или перемещая пластинки, выдерживать их в растворе в течение 10—15 мин. После этого промыть пластинки горячей водой, высушить их и вновь измерить активность.

Результаты опыта записать в таблицу 1 и сравнить остаточные после дезактивации активности пластинок.

Таблица 1

**Результаты дезактивации различных материалов,
загрязненных фосфором-32**

Дата		Фон						
Материал пластинки	До очистки		После промывания горячей водой			После дезактивации раствором фосфата натрия		
	показания счетчика	активность в имп/мин	показания счетчика	активность в имп/мин	% оста- точной активности	показания счетчика	активность в имп/мин	% оста- точной активности
Стекло								
Плексиглас								
Алюминий								

Упражнение 2

Определение качества дезактивации стекла в зависимости от моющих средств

Настоящее упражнение состоит из двух вариантов: 1) стеклянная пластинка загрязняется раствором меченого аниона (меченный фосфором-32 фосфат-анион), 2) стеклянная пластинка загрязняется раствором меченого катиона железа (меченного железом-59).

Выполнение работы:

1. Взять три стеклянные пластинки и нанести на них по

0,2 мл раствора радиоактивного фосфата ($\text{NaH}_2\text{P}^*\text{O}_4$). Во втором варианте опыта нанести на три стеклянных пластинки по 0,2 мл раствора радиоактивного хлорного железа (Fe^*Cl_3). См. указание в п. 1 упражнения 1.

2. Высушить нанесенные растворы под инфракрасной лампой и измерить активность остатков счетчиком.

3. Пластинки, загрязненные фосфором-32, поместить отдельно в стаканы с растворами фосфата натрия (изотопный вытеснитель), лимонной кислоты и азотной кислоты. Аналогично этому, пластинки, загрязненные железом-59, поместить отдельно в стаканы с растворами хлорного железа (изотопный вытеснитель), лимонной кислоты и азотной кислоты. Время дезактивации—10—15 мин. Затем промыть пластинки горячей водой, высушить их и измерить активность счетчиком.

Пластинки после проведения опытов помещать в фарфоровую кружку для отходов.

Результаты опыта записать в таблицу 2 и, сравнивая остаточные активности различных пластинок, установить относительную дезактивирующую способность различных моющих средств.

Таблица 2

Результаты дезактивации загрязненного стекла различными моющими средствами.

Дата		Фон			
Изотоп, загрязняющий стекло	До очистки		Изотопный вытеснитель		
	показания счетчика	активность в имп/мин	показания счетчика	активность в имп/мин	% остаточной активности
Фосфор-32					
Железо-59					

Изотоп, загрязняющий стекло	Лимонная кислота			Азотная кислота		
	показания счетчика	активность в имп/мин	% остаточной активности	показания счетчика	активность в имп/мин	% остаточной активности
Фосфор-32						
Железо-59						

Упражнение 3

Работа в моечной комнате

1. Надеть дополнительную спецодежду—фартук и нарукавники.
2. Всю загрязненную посуду (форфоровая кружка с пластинками, микропипетка, стаканы с растворами) поместить на противень, и все это перенести в моечную комнату.
3. Ознакомиться с оборудованием моечной комнаты.
4. Заполнить моечную ванну водой, вылить в нее радиоактивные растворы из стаканов, спустить воду из ванны в канализацию. Спуск воды произвести при открытом водопроводном кране.
5. Произвести дезактивацию загрязненных пластинок и посуды.
6. Чистоту объектов дезактивации проверить дозиметром ТИСС.

Приложение

Электроприбор для вскрытия ампул

Схема прибора показана на рис. 15.

Электроприбор для вскрытия ампул состоит из понижаю-

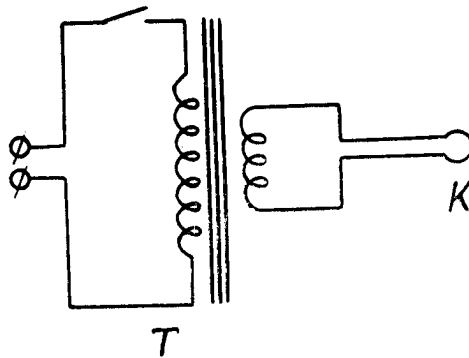


Рис. 15. Схема электроприбора для вскрытия ампул:
Т — понижающий трансформатор, К — кольцо накала
из нихромовой проволоки.

щего трансформатора и кольца (диаметр 1—1,5 см) из нихромовой проволоки (диаметр 1 мм). На кольцо подается от понижающего трансформатора напряжение 4—5 в при токе 4—5 а.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ан. Н. Несмеянов, В. Н. Баранов, К. Б. Заборенко, Н. П. Руденко, Ю. А. Приселков. Практическое руководство по радиохимии. М., Госхимиздат, 1956.
2. Б. М. Злобинский. Безопасность работ с радиоактивными веществами, М., 1958.
3. П. Жено. Защита от радиоактивных элементов. ИЛ, М., 1954.
4. Меры защиты работающих с радиоактивными веществами. Медгиз. М., 1958 (сборник санитарных норм и правил).
5. Дезактивация (удаление радиоактивных загрязнений). Институт научной информации АН СССР. М., 1955.
6. В. П. Гранильщикова и Г. М. Пархоменко. Санитарно-гигиенические и санитарно-технические требования к планировке и оборудованию лабораторий, применяющих радиоактивные вещества. Медицинская радиология, № 3, 1956.

СОДЕРЖАНИЕ

Работа 1. Практическое ознакомление со средствами индивидуальной защиты, защитным оборудованием и приспособлениями, применяющимися при работе с радиоактивными веществами	5
Работа 2. Тренировка в использовании защитного оборудования и приспособлений для работы с радиоактивными веществами	24
Работа 3. Дезактивация материалов, загрязненных радиоактивными веществами	30

Цена 1 р. 25 к.

Л 36182 6/Х—59 г. Объем 2¼ п. л. Тип. ТСХА. Зак. 1254. Тир. 2000

1 p. 25 κ.